

This prior art reference discloses a thermal control device comprising

- a) a container (10) for receiving a liquid, which shall be vaporized by heat supply,
- b) a heating device (16) being disposed within said container,
- c) a gas conduit connected with said container for the gas generated by the vaporization,
- d) a second heating device (20) being disposed within the conduit,
- e) a temperature sensor (22) being disposed in flow direction behind said second heating device (20), and
- f) a closed looped control circuit (34) comprising a first input (36) connected with the temperature sensor for receiving a temperature target value, a second input (38) connected with a device (40) for adjusting the temperature target value, and an output coupled with the second heating device.

Therefore, this prior art reference discloses a device, in which two temperatures are measured, namely the temperature of a coolant flowing into the cooling chamber and the temperature within the cooling chamber. Further, this prior art reference discloses a PID controller controlling the heating power dependent on two input values. The coolant is heated before it enters the cooling chamber. Further, this device comprises an adjustment device (18) for adjusting the heating power of a coolant vaporizer.

However, this prior art reference teaches to adjust a single manipulated variable only, namely the heating power of the heating device, which is disposed directly before the coolant input. No further second manipulated variable is adjusted by the controller. The heating power of the vaporizer is adjusted by an adjustable and stabilized power supply (18) without any closed loop control.

* * * * *



D1

©

Gebrauchsmuster

U1

©

- (11) Rollennummer G 88 07 267.3
- (51) Hauptklasse G01N 25/00
Nebeklasse(n) G05D 23/19
- (22) Anmeldetag 03.06.88
- (47) Eintragungstag 28.07.88
- (43) Bekanntmachung
im Patentblatt 08.09.88
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes
Mit gasförmigem Wärmeträger arbeitendes
Thermostatisierungsgerät
- (71) Name und Wohnsitz des Inhabers
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der
Wissenschaften eV, 3400 Göttingen, DE
- (74) Name und Wohnsitz des Vertreters
von Bezold, D., Dr.-rer.-nat.; Schütz, P.,
Dipl.-Ing.; Heusler, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte,
8000 München

DR. DIETER V. BEZOLD
DIPL. ING. PETER SCHÜTZ
DIPL. ING. WOLFGANG HEUSLER
PATENTANWÄLTE

ZUGELASSEN BEIM
EUROPÄISCHEN PATENTAMT
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
MANDATAIRES EN BREVETS EUROPÉENS

BRIENNER STRASSE 52
D-8000 MÜNCHEN 2

TELEFON (089) 52 40 01
TELEX 522 638
TELEGRAMM SOMBEZ
FAX GR. II + III (089) 52 68 98

12424 Dr.v.B/Schä/27

Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung der Wissenschaften e.V.,
Bunsenstrasse 10, 3400 Göttingen

Mit gasförmigem Wärmeträger arbeitendes
Thermostatisierungsgerät

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Thermostatisierungs-
gerät, das mit einem gasförmigen Wärmeträger arbeitet.

In Wissenschaft und Technik ist es oft erforderlich, einen Körper, z. B. ein temperaturempfindliches elektronisches Bauteil oder eine Materialprobe und dergl. sehr genau auf einer vorgegebenen Temperatur zu halten. Die zu diesem Zweck verwendeten bekannten Thermostatisierungsgeräte ("Thermostate") arbeiten meist entweder mit einer Heizung oder Kühlung der Wandung eines den zu thermostatisierenden Körper enthalten Raumes, wobei die Wärmeübertragung von der Wand auf den Körper durch eine wärmeleitende Brücke oder durch Konvektion erfolgt, oder die Wärme wird von einem umgewälzten, thermostatisierten, meist flüssigen Wärmeträger durch eine Wärmebrücke auf den zu thermostatisierenden Körper übertragen.

Die bekannten Thermostatisierungsgeräte sind aufwendig und teuer, außerdem sind sie meist auf einen relativ kleinen Temperaturbereich beschränkt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Thermostatisierungsgerät anzugeben, das einfach und preiswert im Aufbau und Betrieb ist, trotzdem jedoch eine sehr exakte Thermostatisierung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Thermostatisierungsgerät gelöst, welches gekennzeichnet ist durch

- a) einen Behälter für eine durch Wärmezufuhr verdampfbare Flüssigkeit, deren Siedepunkt tiefer liegt als die untere Grenze des zu überstreichenden Temperaturbereiches bzw. die Temperatur, auf der der zu thermostatisierende Körper zu halten ist,
- b) eine im Behälter angeordnete erste Heizvorrichtung, mit der die Menge der pro Zeiteinheit verdampften Flüssigkeit eingestellt werden kann,
- c) eine mit dem Behälter verbundene Gasleitung durch die das durch die Verdampfung erzeugte Gas aus dem Behälter abströmt,
- d) eine in der Gasleitung angeordnete zweite Heizvorrichtung,
- e) einen Temperaturfühler, der in Strömungsrichtung des Gases hinter der zweiten Heizvorrichtung angeordnet ist, und
- f) eine Regelschaltung, die einen mit dem Temperaturfühler verbundenen Temperatur-Istwertsignaleingang, einen mit einer Vorrichtung zum Einstellen eines Temperatur-Sollwertes verbundenen Temperatur-Sollwerteingang und einen mit der zweiten Heizvorrichtung gekoppelten Ausgang für eine Temperatur-Stellgröße hat.

000000

Der Behälter enthält vorzugsweise ein verflüssigtes inertes Gas, wie flüssigen Stickstoff oder flüssiges Helium, dessen Siedepunkt erheblich unter der Raumtemperatur (20°C) liegt.

Der Behälter und die Gasleitung sind vorzugsweise mit einer Wärmeisolation, z. B. mit einem evakuierten Mantel, umgeben.

Im folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert, dabei werden noch weitere Merkmale und Vorteile des erfindungsgemäßen Thermostatisierungsgerätes zur Sprache kommen.

Es zeigen:

Fig. 1 eine vereinfachte Darstellung eines Thermostatisierungsgerätes gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 einen vereinfachten Axialschnitt einer bevorzugten Ausführungsform eines Gasheizungsteiles eines Thermostatisierungsgerätes gemäß Fig. 1;

Fig. 3 einen Axialschnitt einer weiteren Ausführungsform eines Gasheizungsteiles für ein Thermostatisierungsgerät gemäß Fig. 1 und

Fig. 4 einen Querschnitt in einer Ebene A-A der Fig. 3.

Das in Fig. 1 vereinfacht dargestellte Thermostatisierungsgerät enthält einen wärmeisolierten Behälter (10), z. B. ein übliches Dewar-Gefäß für verflüssigte Gase, das bei dem vorliegenden Beispiel flüssigen Stickstoff enthält. Der Behälter ist oben mit einer Gasleitung (12) verbunden,

0007267

die ein Stück in den Behälter hineinreicht, jedoch oberhalb des Flüssigkeitsspiegels beginnt. Die Gasleitung (12) ist ebenfalls mit einer Wärmeisolation, z. B. einem Vakuummantel und/oder einer Folien-Superisolation versehen. An dem sich in den Behälter (10) erstreckenden Ende der Gasleitung (12) ist über zwei Streben (14), die als elektrische Zuleitungen dienen können, eine elektrische Heizvorrichtung (16) gehalten, die in die im Behälter (10) befindliche Flüssigkeit eintaucht. Die Heizvorrichtung (16) ist mit einer Stromversorgung (18) verbunden, wie in Fig. 1 nur schematisch angedeutet ist. Die Stromversorgung (18) ist vorzugsweise einstellbar und stabilisiert.

In einem waagerecht verlaufenden Teil (12a) der Gasleitung befindet sich eine als Gasheizung dienende zweite elektrische Heizvorrichtung (20). Im Gasstrom hinter der zweiten Heizvorrichtung (20) ist ein Temperaturfühler (22) z. B. ein Platin-Widerstandselement, ein Thermoelement oder ein temperaturabhängiger Halbleiterwiderstand angeordnet. Der Temperaturfühler (22) kann an einem zu thermostatisierenden Körper oder unabhängig von diesem im Gasstrom angeordnet sein. Der Temperaturfühler (22) ist auf alle Fälle so angeordnet und gehalten, daß er durch Konvektions- und Strahlungswärme von der Heizvorrichtung (20) nur in vernachlässigbarer Weise beeinflusst wird.

Im Gasstrom hinter der zweiten Heizvorrichtung (20) und dem Temperaturfühler (22) befindet sich ein zu thermostatisierender Körper (24), der durch zwei Streben (26) aus einem schlecht wärmeleitenden Material, wie Keramik, in einer Kryostatkammer (28) aufgehängt ist. Die Kammer (28) kann als Teil der Gasleitung angesehen werden und hat einen zur Atmosphäre führenden Gasauslaß (30). Die Heizvorrichtung (20) wird von einer Stromquelle, wie einem sta-

bilisierten Netzgerät (32), das eine Leistung von 600 W haben kann, über einen PID-Regler (34) gespeist. Dem Regler (34) wird ein Temperatur-Istwertsignal T_{Ist} vom Temperaturfühler (22) über eine Leitung (36) zugeführt und ein Temperatur-Sollwertsignal T_{Soll} über eine Leitung (38) von einem Rechner (40). Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist an dem thermostatisierten Körper (24) ein zweiter Temperaturfühler (42) angebracht, der über einen Digital-Analog-Wandler (44) mit dem Rechner (40) gekoppelt ist.

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform des die Heizvorrichtung (20) enthaltenden Teiles eines Thermostatisierungsgerätes gemäß der Erfindung. Die Einrichtung gemäß Fig. 2 hat ein vakuumdichtes zylindrisches Gehäuse (50), das am einen Ende einen Flansch aufweist und durch einen Deckel (52) dicht verschlossen ist. Der Deckel (52) ist mit einem Anschlußstutzen (54) versehen, an den eine nicht dargestellte Vakuumanlage zur Evakuierung des Gehäuses anschließbar ist. Die Gasleitung (12) enthält ein in Fig. 1 nicht dargestelltes Kopplungsstück (56), welches eine O-Ringdichtung (nicht dargestellt) enthält und zum Anschluß der Einrichtung gemäß Fig. 2 an das Stück (12a) der Gasleitung (12) (Fig. 1) dient. An das Kopplungsstück (56) schließt sich ein durch den Deckel (52) dicht durchgeführtes Stück (12b) der Gasleitung an, auf das ein in entgegengesetzter Richtung verlaufendes Gasleitungsstück (12c) folgt, welches in einer Kammer (58) mündet, in die wahlweise ein zusätzliches Heizelement eingesetzt werden kann. Das andere Ende der Kammer (58) ist über ein Kniestück (60) mit dem Inneren eines Rohres (62) verbunden, welches ebenfalls ein Teil der Gasleitung bildet. Das Rohr (62) ist von einem Außenrohr mit Abstand coaxial umgeben, das aus zwei axial beabstandeten Stücken (66a, 66b) besteht, die

durch einen Balgen (64) dicht miteinander verbunden sind. Das Rohrstück (66a) ist an einer Öffnung einer Abschlußplatte (68) befestigt, die eine Öffnung der Kammer (58) an deren dem Deckel (52) entgegengesetzten Ende dicht verschließt. Am anderen Ende sind das Innenrohr (62) und das Ende des Außenrohrteiles (66b) durch einen Ring (70) dicht miteinander verbunden. Das innere Rohr (62) und das Außenrohr (66a, 66b) bilden einen wärmeisolierenden Vakuummantel, der an der Abschlußplatte (68) mit dem Inneren der Kammer in Verbindung steht und daher über den Anschlußstutzen (54) evakuierbar ist. Im Inneren des Rohres (62) befindet sich die zweite Heizvorrichtung (20), welche eine Heizpatrone (72) mit einem zylindrischen Schamotte- oder Keramikkörper enthält, in den ein Widerstandsheizdraht eingebettet ist. Die Heizpatrone (72) ist mit ringförmigen, axial durchbrochenen Kühlrippen (74) umgeben, die die Heizpatrone im inneren Rohr (62) halten und einen guten Wärmetausch mit dem vorbeiströmenden Gas gewährleisten. An dem in Strömungsrichtung hinteren Ende der Heizpatrone (72) ist der Temperaturfühler (22) über eine schlecht wärmeleitende keramische Halterung befestigt. Die Zuleitungen des Temperaturfühlers gehen durch eine axiale Bohrung der Heizpatrone zu einem Anschlußstück (76) an der sich im Inneren der Kammer (50) befindenden Ende der Heizpatrone. Das Anschlußstück enthält auch die Anschlüsse für die Heizpatrone und ist über Leitungen (78) mit einer mehrpoligen Steckbuchse (80) verbunden, die in den Deckel (52) dicht eingesetzt ist.

Im Betrieb werden das Innere der Kammer (50) und der Zwischenraum zwischen dem inneren Rohr (62) und dem Außenrohr (66a, 66b) über den Anschlußstutzen (54) evakuiert. Dann werden die Heizvorrichtung (18) (Fig. 1) und die die der Heizpatrone (72) enthaltende zweite Heizvorrichtung (20)

in Betrieb gesetzt, so daß durch die erste Heizvorrichtung (18) eine ausreichende Menge Stickstoff pro Zeiteinheit verdampft wird und der durch das Kopplungsstück (56) einströmende gasförmige Stickstoff beim Vorbeiströmen an der Heizpatrone (72) und den Kühlkörpern oder -rippen (74) auf eine gewünschte Temperatur erhitzt wird, welche durch den Temperaturfühler (22) gemessen wird. Der auf die gewünschte Temperatur erwärmte Stickstoff strömt dann aus dem in Fig. 2 rechten Ende des inneren Rohres (62) in die Kryostatkammer (28) (Fig. 1), wo sich der zu thermostatisierende Körper (24) befindet. Die Vakuumisolation gewährleistet dabei eine einwandfreie Isolierung der verschiedenen Leitungen und verhindert ein Beschlagen der Gasleitung. Der Balgen (64) nimmt temperaturbedingte Längenänderungen des Rohres (62) auf.

Die in den Figuren 3 und 4 dargestellte Ausführungsform des die zweite Heizvorrichtung enthaltenden Teiles des vorliegenden Thermostatisierungsgerätes ist in vieler Hinsicht ähnlich dem gemäß Fig. 2. Entsprechende Teile sind daher mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet worden.

Bei der Einrichtung gemäß Fig. 3 führt das Stück (12b) der Gasleitung vom Kupplungsstück (56) zu einem Verschlußring (82), an den sich das innere Rohr (62) anschließt. Das Gehäuse (50) besteht hier im wesentlichen aus einem rohrförmigen Vakuummantel (84), der das Leitungsstück (12b) mit Abstand umgibt und an den sich das Außenrohrteil (66a) anschließt. Am Außenrohrteil (66a) ist der Vakuum-Anschlußstutzen (54) senkrecht angebracht. Ferner weist der Vakuummantel (84) zwei rohrförmige Ansätze (86a, 86b) auf, in die zwei getrennte Steckbuchsen (80a bzw. 80b) eingesetzt sind, welche durch O-Ringe abgedichtet sind und an denen die Leitungen für die Heizvorrichtung (20) bzw. den Temperaturfühler (22) enden.

Die Heizvorrichtung (20) enthält bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 einen bifilaren Heizdraht (73), der in Form einer Doppelwendel um ein Träger-röhrchen (88) gewickelt ist, welches sich von einer am Auslaßende des Rohres (62) angebrachten, axial durchbrochenen Ringscheibe (90) in das Innere des inneren Rohres (62) erstreckt. Im Röhrchen (88) befindet sich ein koaxiales zweites Röhrchen (92), in dem die gestrichelt angedeuteten Leitungen (94) vom Temperaturfühler (22) zur Steckbuchse (80a) verlaufen. Das innere Röhrchen reicht in Strömungsrichtung des Gases über das Ende des Trägerröhrchens (88) und die Ringscheibe (90) hinaus und trägt an diesem (äußeren) Ende den Temperaturfühler (22). Am inneren Ende sind die Röhrchen durch einen Abdichtring (96) miteinander verbunden und gegeneinander abgedichtet. Die die Heizvorrichtung (20) bildende Wicklung aus dem Heizdraht (73) nimmt ein kurzes Stück des Zwischenraumes zwischen dem Röhrchen (88) und dem inneren Rohr (62) in der Nähe des auslaßseitigen Endes ein. Die Ringscheibe (90) ist durch drahtförmige Halterungselemente (98) an einem radialen Flansch eines kurzen Auslaßrohres (100) gehalten. Der Flansch des Auslaßrohres (100) ist an der Innenseite des Rohres (62) befestigt.

2

DR. DIETER V. REZOLD
DIPL. ING. PETER SCHÜTZ
DIPL. ING. WOLFGANG HEUSLER
PATENTANWÄLTE

ZUGELASSEN BEIM
EUROPÄISCHEN PATENTAMT
EUROPEAN PATENT ATTORNEYS
MANDATAIRES EN BREVETS EUROPÉENS

BRIENNER STRASSE 52
D-8000 MÜNCHEN 2

TELEFON (089) 52 40 01
TELEX 522 638
TELEGRAMM SOMBEZ
FAX GR. II + III (089) 52 68 98

12424 Dr.v.B/Schä/27

Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung der Wissenschaften e.V.,
Bunsenstrasse 10, 3400 Göttingen

Mit gasförmigem Wärmeträger arbeitendes
Thermostatisierungsgerät

SCHUTZANSPRÜCHE

1. Thermostatisierungsgerät, **gekennzeichnet durch**
 - a) einen Behälter (10) für eine durch Wärmezufuhr verdampf-
bare Flüssigkeit,
 - b) eine im Behälter angeordnete erste Heizvorrichtung (16),
 - c) eine mit dem Behälter verbundene Gasleitung (12) für
das durch die Verdampfung erzeugte Gas,
 - d) eine in der Gasleitung angeordnete zweite Heizvorrichtung
(20),
 - e) einen Temperaturfühler (22), der in Strömungsrichtung
des Gases hinter der zweiten Heizvorrichtung (20)
angeordnet ist, und
 - f) eine Regelschaltung (34), die einen mit dem Temperatur-
fühler verbundenen Temperatur-Istwerteingang (36),
einen mit einer Vorrichtung (40) zum Einstellen eines
Temperatur-Sollwertes verbundenen Temperatur-Sollwert-
Eingang (38) und einen mit der zweiten Heizvorrichtung
gekoppelten Ausgang hat.

2. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Heizvorrichtung (20) ein Heizelement (72; 73) enthält, welches in einem ersten Rohr (62) gelagert ist, das einen Teil der Gasleitung bildet und von einem zweiten Rohr (66a, 66b) mit Abstand umgeben ist; daß die beiden Rohre am einen Ende dicht miteinander verbunden sind und daß der Zwischenraum zwischen den beiden Rohren mit einem zum Evakuieren dienenden Anschluß (54) verbunden ist.

3. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zweite Rohr zwei Rohrstücke (66a, 66b) enthält, die durch einen elastischen Balgen (64) miteinander verbunden sind.

4. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das zweite Rohr an einem Deckel (68) eines evakuierbaren Gehäuses (50) angebracht ist.

5. Thermostatisierungsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gasleitung in Strömungsrichtung vor der zweiten Heizvorrichtung (20) eine Kammer (58) für ein zusätzliches Heizelement enthält.

6. Thermostatisierungsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Heizvorrichtung (20) eine stabförmige Heizpatrone (72) enthält, die durch axial durchbrochene Kühlrippen (74) im ersten Rohr (62) gehalten ist.

7. Thermostatisierungsgerät nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zweite Heizvorrichtung (20) ein aus einer Heizdrahtwendel bestehendes Heizelement (73) enthält, das zwischen einem inneren Trägerrohr (88) und dem ersten Rohr (62) angeordnet ist.

8. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Temperaturfühler (22) über eine Wärme schlecht leitende Halterung am Heizelement (72) angebracht ist.

9. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Temperaturfühler (22) Anschlußleitungen aufweist, die durch eine axiale Durchbrechung im Inneren des Heizelements (72) verlaufen.

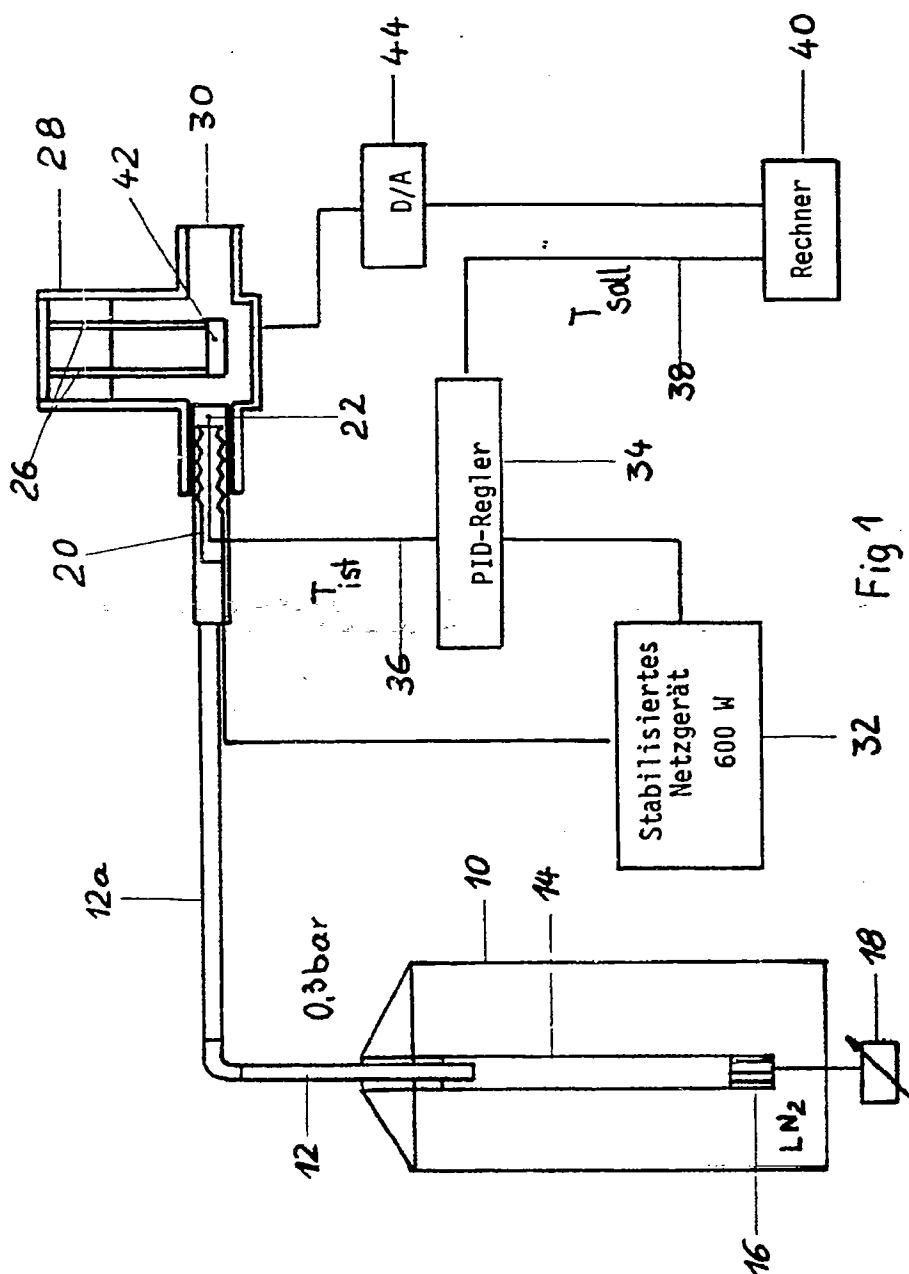
10. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Temperaturfühler an einem Röhrchen (92) gehalten ist, das mit Abstand im Inneren des Trägerrohres (88) angeordnet ist, sich in Strömungsrichtung des Gases über das Trägerrohr (88) hinauserstreckt und an dem dem Temperaturfühler (22) abgewandten Ende mit dem Trägerrohr (88) verbunden ist.

11. Thermostatisierungsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gasleitung (12) mit einer Wärmeisolation umgeben ist.

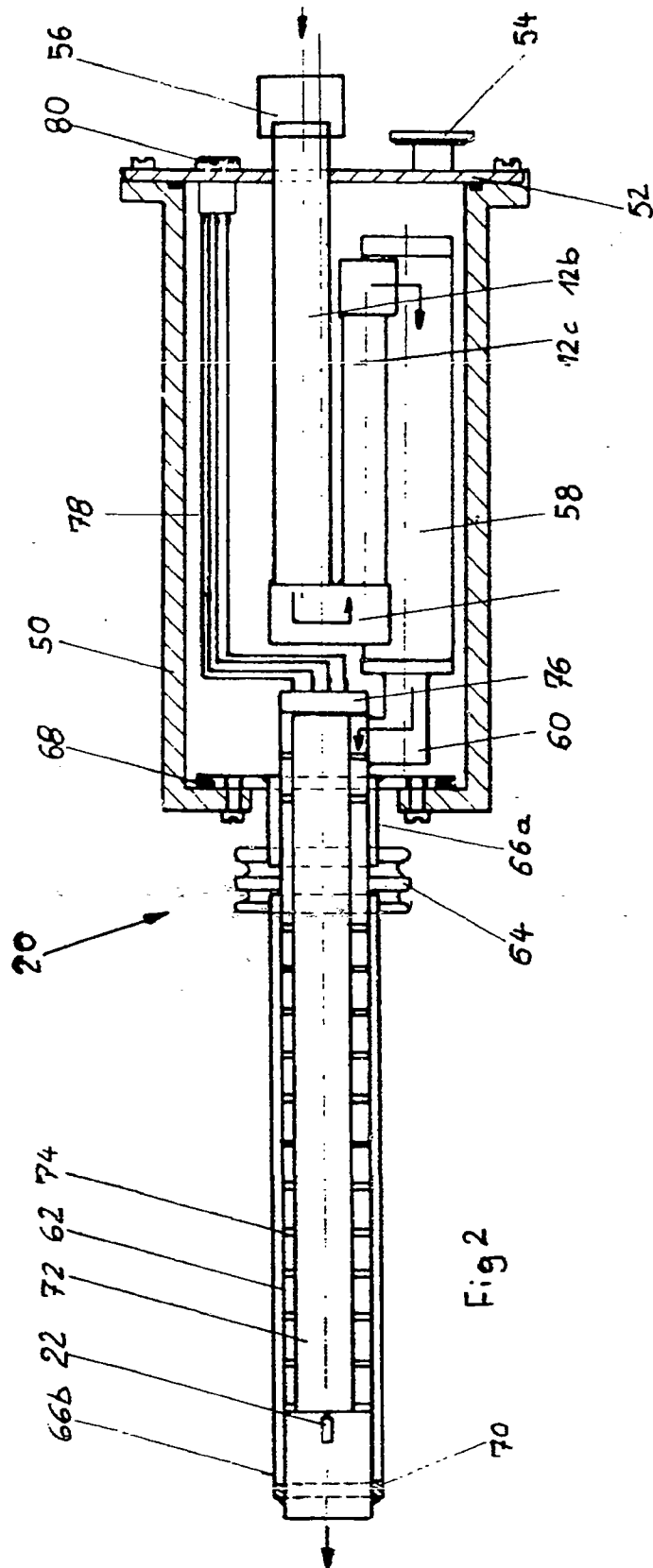
12. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmeisolation einen evakuierbaren Mantel enthält.

13. Thermostatisierungsgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die im Behälter (10) angeordnete Flüssigkeit ein bei Raumtemperatur (ca. 20°C) gasförmiger Stoff ist.

14. Thermostatisierungsgerät nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Flüssigkeit ein verflüssigtes Inertgas, wie verflüssigter Stickstoff oder verflüssigtes Helium, ist.



24-03-88



88-07

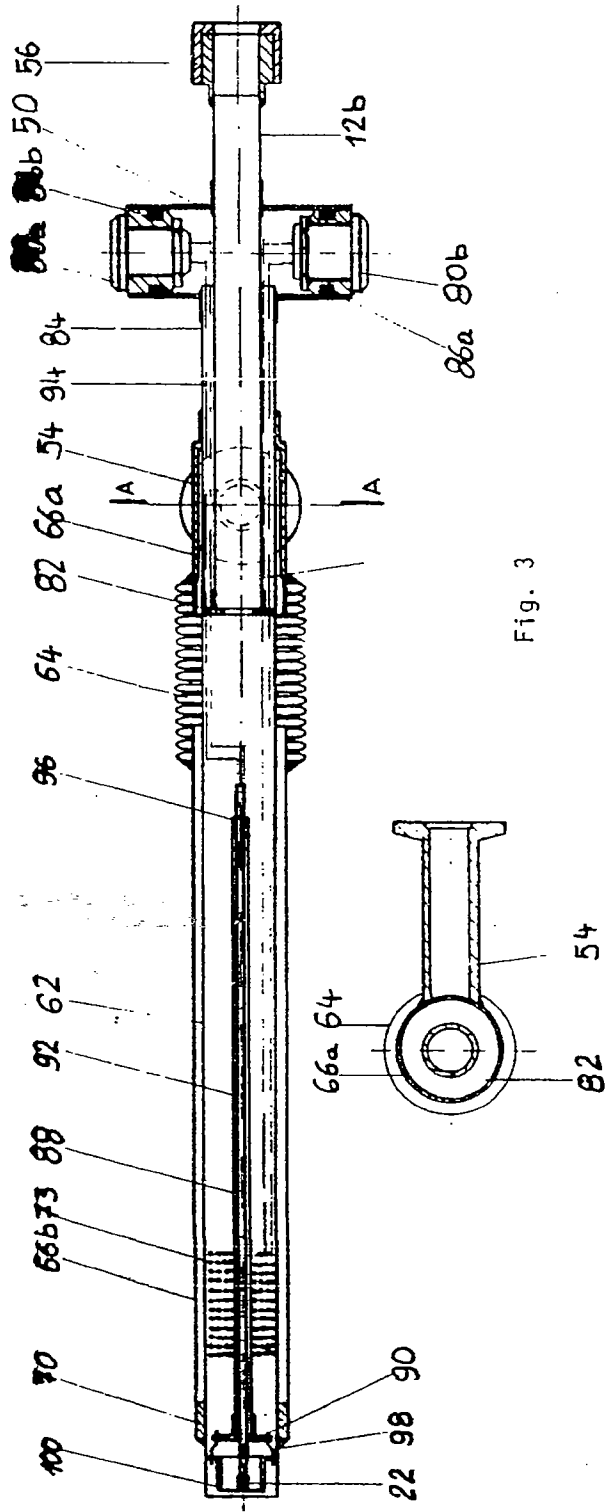


Fig. 3